

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-102728

(43)Date of publication of application : 15.04.1997

(51)Int.Cl.

H03H 9/64

(21)Application number : 07-257611

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 04.10.1995

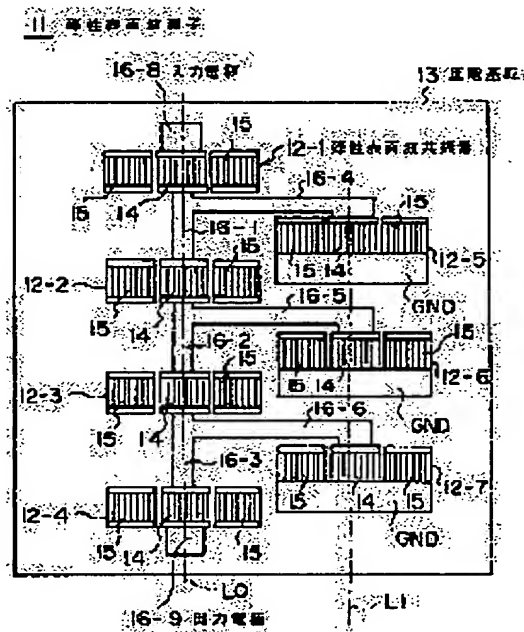
(72)Inventor : FUKUSHIMA HIDEKUNI  
IGATA OSAMU  
OMORI HIDEKI

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress attenuation near the cut-off frequency caused in a pass band by increase of the number of stages of surface acoustic wave resonators by setting the volume product of the surface acoustic wave resonators which are connected to the serial and parallel arms at the value accordant with the desired characteristic.

**SOLUTION:** The pitches and number of pairs of the sawtooth parts of drive electrodes 14 are set according to the desired filter characteristic for the surface acoustic wave resonators 12-1 to 12-4 connected to the serial arms and the surface acoustic wave resonators 12-5 to 12-7 connected to the parallel arms respectively on a piezoelectric substrate 13. In such a constitution, the volume product can be set at the value approximate to the theoretical value when the influence of parasitic volume is reduced. Thus the adverse effects due to the small volume product, etc., can be eliminated and the flat characteristic is secured. The volume product is desirably set at 60 to 80% of theoretical value. As a result, the matching is optimized with the parasitic volume and the desired filter characteristic is secured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]'

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-102728

(43) 公開日 平成9年(1997)4月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 3 H 9/64

識別記号

片内整理番号

7259-5 J

F I

H 0 3 H 9/64

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-257611

(22) 出願日 平成7年(1995)10月4日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 福島 英訓

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 伊形 理

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 大森 秀樹

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子

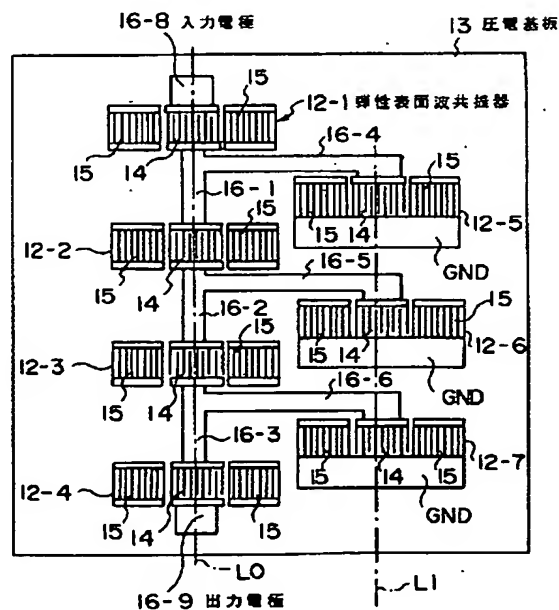
(57) 【要約】

【課題】 圧電基板上で弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕と並列腕とに配置し、フィルタ回路を構成する弾性表面波素子に関し、良好なフィルタ特性が得られる弾性表面波素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 弾性表面波共振器の櫛形電極のピッチ又は対数を調整することにより弾性波共振器の容量を梯子型回路の直列腕と並列腕との容量積の最大値の60～80%になる値に調整する。

本発明の一実施例のチップレイアウト図

11 弾性表面波素子



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板上に交差電極指を形成した構成の弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕と並列腕とに配置した構成の弾性表面波素子において、前記直列腕に接続される弾性表面波共振器の容量と前記並列腕に接続される弾性表面波共振器の容量との容量積を得ようとする特性に応じた値に設定したことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】 前記圧電基板上に前記弾性表面波共振器を高密度に実装したときに前記容量積を理論値に近似した値に設定することを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 3】 前記容量積を前記理論値の 60～80% に設定したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 4】 前記直列腕に接続される弾性表面波共振器を直線上に配置すると共に、前記直列腕に接続される弾性表面波共振器を接続する接続線を直線的に配線したことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の弾性表面波素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波素子に係り、特に、圧電基板上で弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕と並列腕とに配置し、フィルタ回路を構成する弾性表面波素子に関する。

【0002】近年、自動車電話や携帯電話の小型化・軽量化に伴い、自動車電話や携帯電話に内蔵されるフィルタとして小型・軽量・高性能を実現できる弾性表面波を用い、1チップ化したフィルタが開発されている。弾性表面波を用いたいわゆる弾性表面波フィルタでは、圧電基板上に交差指型電極を直接形成した構成のインタディジタル型トランスデューサ（IDT）と呼ばれる弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕及び並列腕に用いてフィルタを構成している。

## 【0003】

【従来の技術】図 6 に従来の弾性表面波フィルタの等価回路図を示す。従来の弾性表面波フィルタ 1 は、直列共振器 S1～SN 及び並列共振器 P1～PN より構成されていた。

【0004】1 つの直列共振器と 1 つの並列共振器とがペアとされており、この 1 対のペアを N 段組み合わせることによりフィルタが構成されている。隣り合うペアは、直列共振器と並列共振器の配置が対称となるように接続されており、圧電基板への実装時には、直列共振器又は並列共振器を隣り合うペアで合成することにより共振器の数を減少させ、小型化が計られている。

【0005】このとき、従来の弾性表面波フィルタでは、共振器の実装密度などによらず直列共振器の容量及び並列共振器の容量を経験的に設定していた。すなわ

ち、直列共振器の容量と並列共振器の容量との容量積を経験的に理論値の約 50% に設定していた。

【0006】図 7、図 8 に従来の弾性表面波フィルタの周波数特性図を示す。図 7 は直列共振器と並列共振器のペアの段数が 3 段、又は、4 段と比較的少ない場合の周波数特性を示し、図 8 は直列共振器と並列共振器のペアの段数が 5 段、又は、6 段と比較的多い場合の周波数特性を示す。

【0007】直列共振器と並列共振器のペアの段数が 3 段、又は、4 段と比較的少ない場合には、図 7 に示すように一般のフィルタ回路と同様に帯域外の抑圧が大きくとれない。また、直列共振器と並列共振器のペアの段数が 5 段、又は、6 段と比較的多くして通過帯域外の抑圧を大きく取ろうとした場合には、直列共振器の容量と並列共振器の容量との容量積を小さくした影響により図 8 に示すように通過帯域の立ち上がりにつけが生じていた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、従来の弾性表面波素子では、弾性表面波共振器の段数を多くし帯域外抑圧を確保しようとする、通過帯域の特性が先細りとなり十分な通過帯域幅が確保できなくなり、挿入損失が大きくなってしまふ等の問題点があった。

【0009】本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、良好なフィルタ特性が得られる弾性表面波素子を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 は、圧電基板上に交差電極指を形成した構成の弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕と並列腕とに配置した構成の弾性表面波素子において、前記直列腕に接続される弾性表面波共振器の容量と前記並列腕に接続される弾性表面波共振器の容量との容量積を得ようとする特性に応じた値に設定したことを特徴とする。

【0011】請求項 1 によれば、直列腕に接続される弾性表面波共振器の容量と並列腕に接続される弾性表面波共振器の容量との容量積を得ようとする特性に応じた値に設定することにより、寄生の容量の影響が少ない場合などに容量積が理論値に近似した値に設定できるため、容量積の小さいことによる悪影響を排除できる。例えば、弾性表面波共振器の段数を増加したときのフィルタ特性の通過帯域のカットオフ周波数付近での減衰を抑制でき、平坦な特性を得ることができる。

【0012】請求項 2 は、前記圧電基板上に前記弾性表面波共振器を高密度に実装したときに前記容量積を理論値に近似した値に設定することを特徴とする。請求項 2 によれば、圧電基板上に前記弾性表面波共振器を高密度に実装したときには寄生の容量が低減するため、容量積を理論値に近似した値に設定することにより、容量積の小さいことによる悪影響を排除できる。

## 3

【0013】請求項3は、容量積を最大値の60～80%に設定したことを特徴とする。請求項3によれば、容量積を最大値の60～80%に設定することにより、寄生容量とのマッチングを最適化できるため、必要とする特性を得ることができる。

【0014】請求項4は、直列腕に接続される弾性表面波共振器を直線上に配置すると共に、直列腕に接続される弾性表面波共振器を接続する接続線を直線的に配線したことを特徴とする。請求項4によれば、直列腕に接続される弾性表面波共振器を直線上に配置すると共に、直列腕に接続される弾性表面波共振器を接続する接続線を直線的に配線することにより、寄生の容量を低減でき、弾性表面波共振器の容量積を理論値に近似させることができるため、容量積の小さいことによる悪影響を排除できる。

## 【0015】

【発明の実施の形態】図1に本発明の一実施例のチップレイアウト図を示す。本実施例の弾性表面波素子11は、7つの弾性表面波共振器12-1～12-7が梯子型回路の直列腕と並列腕に配置された構成とされており、帯域通過フィルタとして作用する。

【0016】弾性表面波共振器12-1～12-7は、圧電基板13上に形成された駆動電極14及び反射器15より構成され、互いに接続線16-1～16-6より構成されている。圧電基板13は、36° X-Y LiTaO<sub>3</sub>の単結晶より構成され、また、駆動電極14及び反射器15は、Al-Cu合金の薄膜より構成されている。

【0017】直列腕に接続される弾性表面波共振器12-1～12-4は、各弾性表面波共振器の弾性波伝搬路に略直交する直線L0上に配置されており、それらを接続する接続線16-1～16-3及び入出力電極16-8、16-9も同様に直線L0上に配線され、寄生の容量を低減した構成とされている。

【0018】また、並列腕に接続される弾性共振器12-5～12-7は、直線L0に平行する直線L1上に各弾性表面波共振器の弾性波伝搬路に略直交するように配置され接続線16-4～16-7により接続線16-1～16-3に接続され、並列腕として接続されている。

【0019】図2に本発明の一実施例の弾性表面波共振器の構成図を示す。図2は1つの弾性表面波共振器の構成パターンを示している。例えば、図1に示す1つの弾性表面波共振器12-1は、1つの駆動電極14及び2つの反射器15より構成されている。

【0020】1つの駆動電極14は、第1の櫛形電極14a及び第2の櫛形電極14bより構成されている。第1の櫛形電極14aは、信号を入力する入力電極14a-1と得ようとするフィルタ特性に応じてあらかじめ設

$$1/(\omega_0^2 C_p C_s) = R^2$$

(C<sub>p</sub>; 並列共振器の静電容量、C<sub>s</sub>; 直列共振器の静

## 4

定されたピッチ、櫛歯数に設定された櫛歯部14a-2より構成され、第2の櫛形電極14bは、信号を出力する出力電極14b-1と、第1の櫛形電極14aの櫛歯部14a-2と同じピッチ、櫛歯数に設定された櫛歯部14b-2より構成される。

【0021】第1の櫛形電極14aと第2の櫛形電極14bとは、櫛歯部14a-2と櫛歯部14b-2が互いに噛み合うようにパターン形成される。反射器15は、縞状のパターンを有し、縞状のパターンが第1の櫛形電極14a及び第2の櫛形電極14bの櫛歯部14a-2及び櫛歯部14b-2と平行となるように櫛歯部14a-2、櫛歯部14b-2の両側端に形成される。反射器15は接地されており、駆動電極13により圧電基板12に生じる弾性表面波を反射し、駆動電極13内に閉じこめる。弾性表面波共振器12-1の共振特性は、駆動電極14の櫛歯部14a-2、14b-2のピッチ、対数、開口長により決定される。

【0022】なお、弾性表面波共振器12-2～12-7は、弾性表面波共振器12-1と同一の構成であり、駆動電極の櫛歯部のピッチ、対数、開口長などの設定が異なるだけであるため、説明は省略する。本実施例では、上記構成の弾性表面波共振器を梯子型回路の直列腕及び並列腕に配置することによりフィルタ回路を構成している。

【0023】図3に本発明の一実施例の弾性表面波素子の等価回路図を示す。本実施例の弾性表面波素子11は、梯子型回路の直列腕及び並列腕に弾性表面波共振器S1～S6、P1～P6を接続し、フィルタ回路を構成している。本実施例では、直列共振器S1～S6と並列共振器P1～P6の対を6段接続した構成とされている。

【0024】本実施例では、直列共振器S1及び並列共振器P1の対と直列共振器S2及び並列共振器P2の対、直列共振器S3及び並列共振器P3の対と直列共振器S4及び並列共振器P4の対、直列共振器S5及び並列共振器P5の対と直列共振器S6及び並列共振器P6の対は互に対称に接続された構成とされている。図1に示すチップレイアウトでは、上記並列共振器P1と並列共振器P2、直列共振器S2と直列共振器S3、並列共振器P3と並列共振器P4、直列共振器S4と直列共振器S5、並列共振器P5と並列共振器P6とがそれぞれに合成され、それぞれ1つの弾性表面波共振器12-5、12-2、12-6、12-3、12-7として形成されている。

【0025】ここで、帯域通過フィルタの特性で、中心周波数 $f_0$  ( $\omega_0 / 2\pi$ )でのインピーダンスをR

[ $\Omega$ ]で一定にするには、一般に、

$$\dots (式1)$$

電容量)で決定される。

## 5

【0026】このとき、(式1)で決定される並列共振器の静電容量 $C_p$ 、直列共振器の静電容量 $C_s$ が理想とする値である。例えば、中心周波数 $f_0$ が800MHzでのインピーダンス $R$ を50Ωとなる特性を得ようとす

$$C_p C_s = 1 / \omega_0^2 R^2$$

で決定できる。

【0027】ここで、 $\omega = 2\pi f$ であるので、(式2)

$$C_p C_s = 1 / (2\pi f_0 R)^2$$

と表すことができる。従って、(式3)に中心周波数 $f_0 = 800\text{MHz}$ 、インピーダンス $R = 50\Omega$ を代入すると、

$$C_p C_s = 1 / (2 \times \pi \times 800 \times 10^6 \times 50)^2$$

$$C_s = 2 \times C_0 \times L \times N \quad (\text{pF})$$

$C_0$  ; 開口長100μm当たりの櫛形パターン1本の静電容量で、約 $2 \times 10^{-2}$  (pF/μm)。

$L$  ; 弾性共振器の開口長 (100μmを1とする)。

$N$  ; 弾性表面波共振器の櫛形パターンの対数。

$$C_p = 2 \times C_0 \times L \times N \quad (\text{pF})$$

で求められる。

【0030】本実施例では、上記の(式4)、(式5)に鑑みて、弾性表面波共振器12-1~12-7のパターンを設定した。図1に示す直列腕に配置される弾性表面波共振器12-1、12-4は、図3に示す等価回路で直列共振器S-1、S-6に相当するもので、図2に示す櫛歯部14a-2と櫛歯部14b-2とのピッチ $p_1$ を4.31μm、開口長 $d_1$ を60μm、対数を85対に設定し、図1に示す直列腕に配置される弾性表面波共振器12-2、12-3は、図3に示す等価回路で直列共振器S-2、S-3; S-4、S-5に相当し、図2に示す櫛歯部14a-2と櫛歯部14b-2とのピッチ $p_1$ を4.31μm、開口長 $d_1$ を60μm、対数を43対に設定したものである。また、図1に示す並列腕に配置される弾性表面波共振器12-5~12-7は、図3に示す等価回路のP1、P2を合成しものに相当し、図2に示す櫛歯部14a-2と櫛歯部14b-2とのピッチ $p_2$ を4.51μm、開口長 $d_2$ を120μm、対数を102対に設定したものである。

【0031】このとき、圧電基板13上で弾性表面波共振器12-1~12-7を高密度に配置し、かつ、図1に示すように弾性表面波共振器12-1~12-4を直線上に配置し、その接続線16-1~16-3及び出力電極16-8、16-9を直線的に配線することにより、寄生の容量を低減しておけば、並列共振器の静電容量 $C_p$ と直列共振器の静電容量 $C_s$ との容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ にできるだけ近似させることで、容量積 $C_p C_s$ を低減させる必要がなくなり容量積 $C_p C_s$ の低減による通過帯域の立ち上がりでの肩欠けなどを排除でき、理想の通過帯域を得ることができる。また、並列共振器と直列共振器の段数を増加させても容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10$

## 6

るときの並列共振器の静電容量 $C_p$ と直列共振器の静電容量 $C_s$ との理想とする容量積 $C_p C_s$ は、(式1)より

$$\dots (式2)$$

は

$$\dots (式3)$$

$$= 15.83 \times 10^{-2}$$

で決定される。

【0028】なお、直列腕に配置される弾性表面波共振器12-1~12-4の静電容量 $C_s$ は、

$$\dots (式4)$$

で求められる。

【0029】また、並列腕に配置される弾性表面波共振器12-5~12-7の静電容量 $C_p$ は、静電容量 $C_s$ と同様に

$$\dots (式5)$$

$^{-2}$ に近似させることにより肩欠けなどを生じさせることなく帯域外成分を抑圧でき良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0032】図4に本発明の一実施例の周波数特性図を示す。図4(A)は、周波数に対する利得の特性、

(B)は、周波数に応じたインピーダンスの特性、いわゆる、スミスチャートと呼ばれる特性を示している。また、図4(A)において実線1は通過帯域外の特性を含むように利得のスパンを設定したもので、実線2は通過帯域の立ち上がりが強調されるように利得のスパンを実線1の1/10としたときの特性を示す。

【0033】図4に示す周波数特性は容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ の約75%とした時の特性を示している。図4(A)で並列共振器と直列共振器の段数を増加させることにより、破線で囲んだ帯域外領域が抑圧される。また、容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ の約75%と従来の50%に比べて大きくとることにより、並列共振器と直列共振器の段数を増加させることで生じる一点鎖線で囲まれた通過帯域の立ち上がりのかけを防止できる。

【0034】図5に本発明の一実施例の要部の周波数特性図を示す。図5は図4(A)に示す特性の通過帯域部分を拡大したものである。図5において破線が従来の容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ の約50%としたときの特性、実線が本実施例の容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ の約75%としたときの特性を示す。図5に示すように容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積 $15.83 \times 10^{-2}$ の約75%とすることにより並列共振器と直列共振器の段数を増加させ通過帯域外を抑制しても通過帯域の立ち上がりに肩欠けなどを生じさせるがなく広い通過帯域を得ることができる。なお、本実施例のように容量積 $C_p C_s$ を理想の容量積1

7

5.  $8.3 \times 10^{-2}$ の約75%とすることにより、従来の理想の容量積15.  $8.3 \times 10^{-2}$ の約50%としたときに比べて約0.5 dB、通過帯域の肩のかけを改善できる。

【0035】なお、本実施例では、並列共振器と直列共振器の段数を6段としたものについて説明したが、これに限ることはなく、何段でも効果を得ることができる。ただし、段数が多いほど通過帯域の立ち上がりに肩欠けが顕著に現れるため、効果的になる。

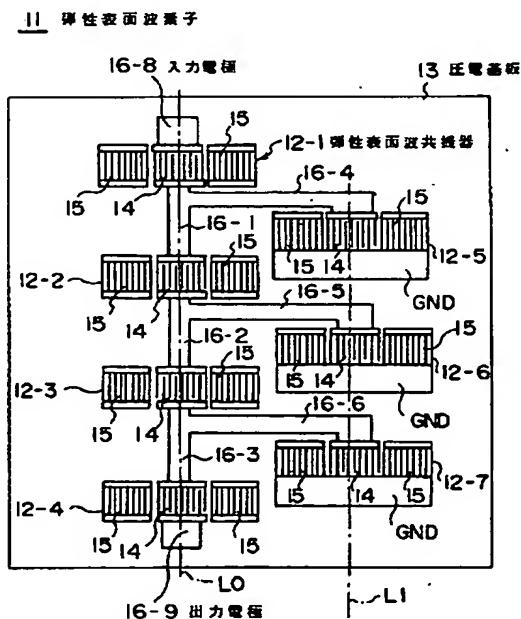
【0036】

【発明の効果】本発明の請求項1によれば、直列腕に接続される弾性表面波共振器の容量と並列腕に接続される弾性表面波共振器の容量との容量積を得ようとする特性に応じた値に設定することにより、寄生の容量の影響が少ない場合などに容量積が理論値に近似した値に設定できるため、容量積の小さいことによる悪影響を排除でき、従って、例えば、弾性表面波共振器の段数を増加したときのフィルタ特性の通過帯域のカットオフ周波数付近での減衰を抑制でき、平坦な特性を得ることができる等の特長を有する。

【0037】請求項2によれば、圧電基板上に前記表面弾性波共振器を高密度に実装したときには寄生の容量が低減するため、容量積を理論値に近似した値に設定することにより、容量積の小さいことによる悪影響を排除できる等の特長を有する。請求項3によれば、容量積を最大値の60～80%に設定することにより、寄生容量とマッチングを最適化できるため、必要とする特性を得る

【図1】

本発明の一実施例のチップレイアウト図



8

ことができる等の特長を有する。

【0038】請求項4によれば、直列腕に接続される弾性表面波共振器を直線上に配置すると共に、直列腕に接続される弾性表面波共振器を接続する接続線を直線的に配線することにより、寄生の容量を低減でき、弾性表面波共振器の容量積を理論値に近似させることができるため、容量積の小さいことによる悪影響を排除できる等の特長を有する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の一実施例のチップレイアウト図である。

【図2】本発明の一実施例の弾性表面波共振器の構成図である。

【図3】本発明の一実施例の等価回路図である。

【図4】本発明の一実施例の周波数特性図である。

【図5】本発明の一実施例の要部の周波数特性図である。

【図6】従来の一例の等価回路図である。

【図7】従来の一例の周波数特性図である。

20 【図8】従来他の一例の周波数特性図である。

【符号の説明】

11 弾性表面波素子

12-1～12-7 弾性表面波共振器

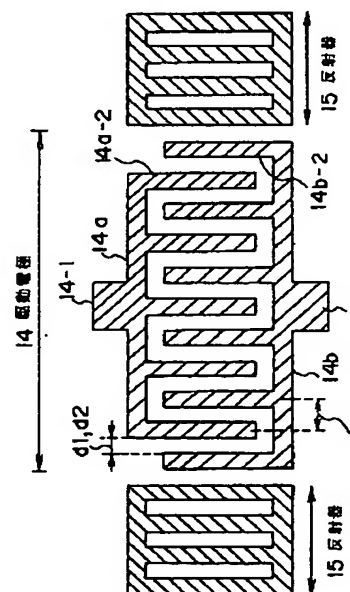
13 圧電基板

14 駆動電極

15 反射器

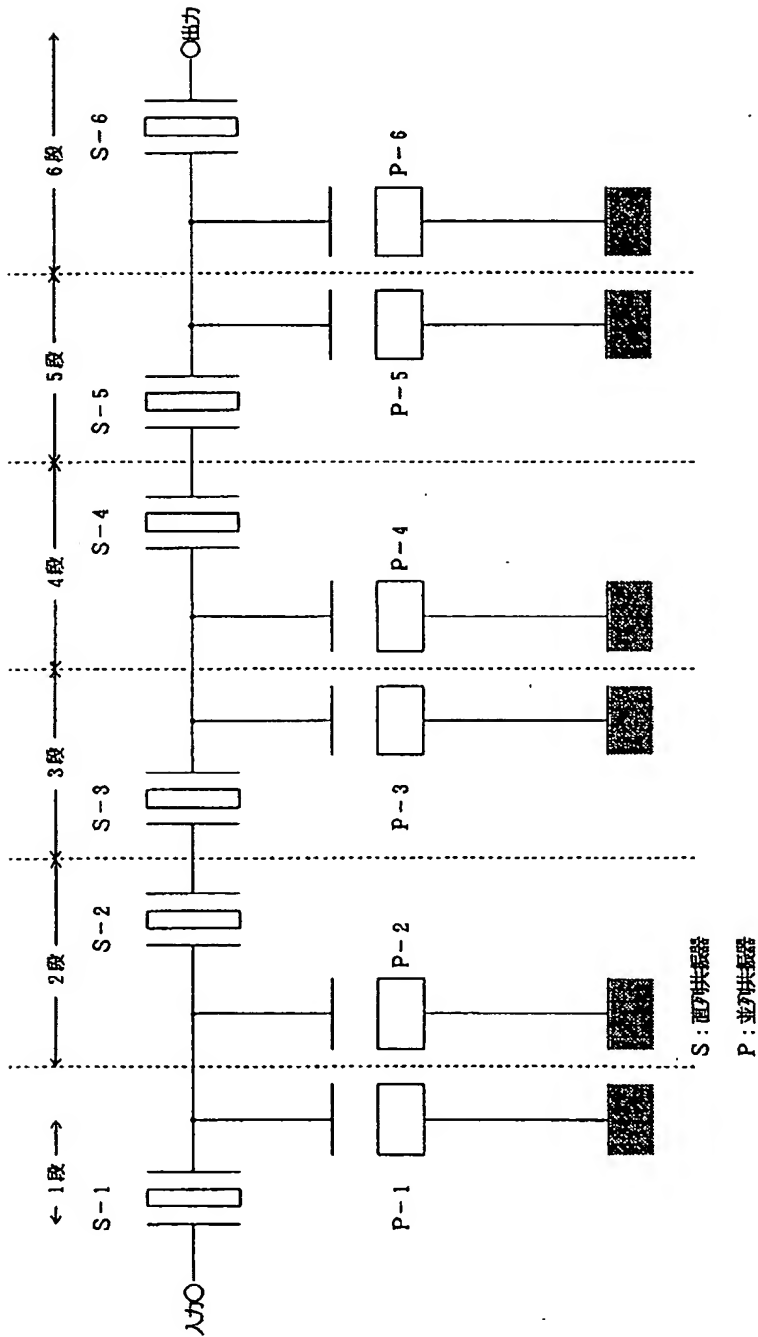
【図2】

本発明の一実施例の弾性表面波共振器の構成図



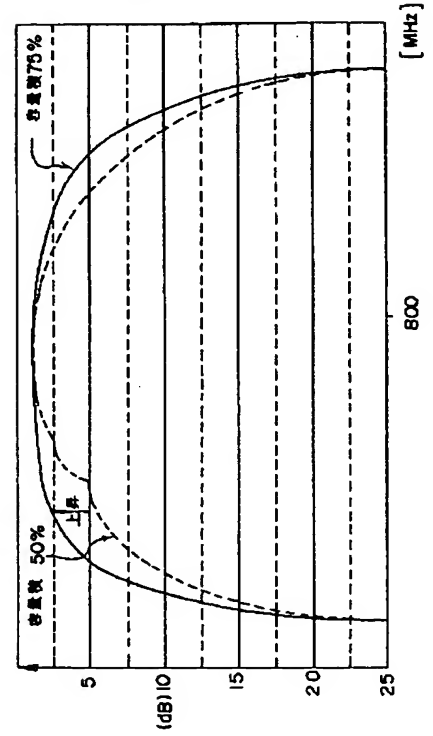
【図3】

従来の一実施例の等価回路図



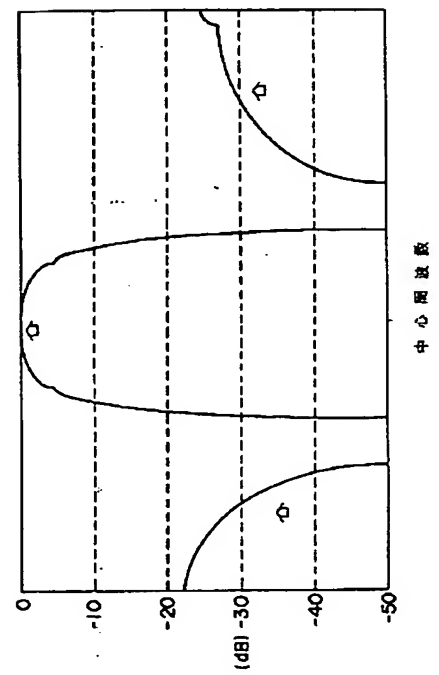
【図5】

本発明の一実施例の擬部の周波数特性図



【図7】

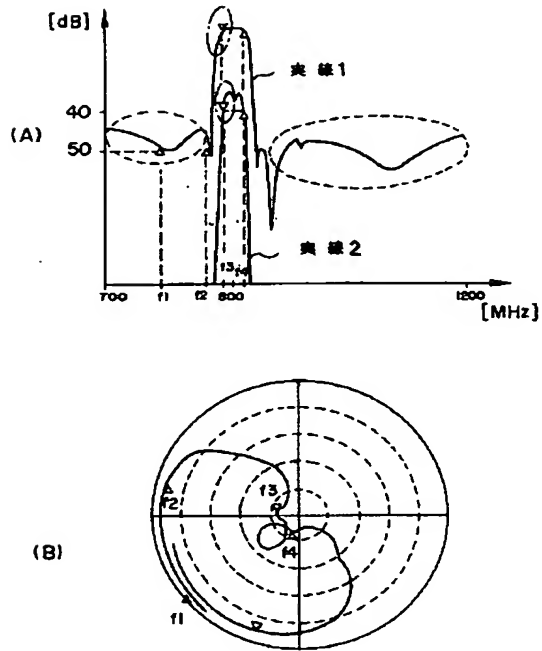
従来の一例の周波数特性図





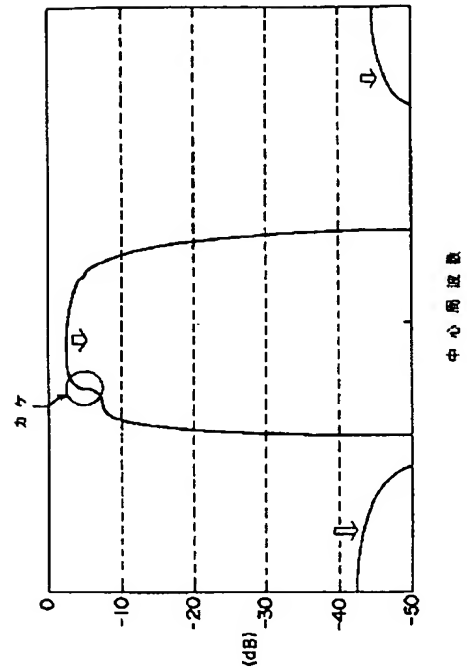
【図4】

本発明の一実施例の周波数特性図



【図8】

従来例の他の一例の周波数特性図



【図6】

従来の一例の等価回路図

## 1 弾性表面波フィルタ

